

---

# *Ecologia industrial aplicada al sector adober de Catalunya*

Rita Puig, Gemma Cervantes, Antoni Rius, Elena Martí, Miquel Solé, Jordi Riba.  
Escola Universitària d'Igualada (EUETII-Escola d'Adoberia), Universitat Politècnica de Catalunya.  
Plaça del Rei, 15, 08700 Igualada, Spain.

---

*Industrial ecology in the catalan leather industrial clusters*

*Ecología industrial aplicada al sector de curtidos de Catalunya*

*Rebut: 30 de juliol de 2008; revisat: 27 d'octubre de 2008; acceptat: 29 d'octubre de 2008*

## RESUMEN

El objetivo del presente proyecto (que forma parte del proyecto CICLE) es conocer la situación actual de aprovechamiento y reciclaje de residuos del sector de curtidos en Cataluña y proponer mejoras siguiendo los principios de la ecología industrial. Para ello se ha realizado un diagnóstico identificando y cuantificando los distintos residuos producidos, así como su destino final. Los principales resultados obtenidos fueron que el sector de curtidos en Cataluña es un sector muy proactivo en la búsqueda de alternativas de aprovechamiento de sus residuos y que los residuos de la curtición de piel ovina se aprovechan menos que los de piel vacuna. Las principales mejoras propuestas son: promover la figura de un dinamizador/gestor, cuya actividad económica consista en buscar la mejor alternativa de reciclaje de los residuos, y aumentar el intercambio de información entre recicladores y curtidores para que el proceso de reciclaje sea más eficiente. Finalmente se propone la planificación de un polígono industrial sostenible que acoja las empresas de este sector y permita aprovechar al máximo las sinergias entre ellas.

**Palabras clave:** Ecología industrial. Sector de curtidos. Reciclaje de residuos. Gestión de residuos.

## SUMMARY

The aim of this project (part of the CICLE project) is to know the current waste recovery and recycling options in the Catalan leather sector and to identify environmental improvements following the Industrial Ecology principles. A diagnosis has been done to identify and quantify the different wastes obtained as well as their destination. The main results obtained were that the Catalan leather industry is very active searching for waste recycling

options and that hide tanning wastes are more recycled than skin tanning ones. The main proposals are to promote the figure of a waste manager, whose economic activity consists on searching the best recycling option for any kind of waste, and to increase the information exchange between recyclers and tanners to make more efficient recycling processes. Finally, the planning of a new sustainable industrial estate is proposed, thus helping to increase the synergies among this type of industries.

**Key words:** Industrial ecology. Tanning industries. Waste recycling. Waste management.

## RESUM

L'objectiu del projecte presentat aquí (que forma part del projecte CICLE), és conèixer la situació actual d'aprofitament i reciclatge de residus del sector adober català i fer propostes de millora seguint els principis de l'ecologia industrial. Per això s'ha fet una diagnosi identificant i quantificant els diferents residus produïts per aquesta indústria a Catalunya i el seu destí. Els principals resultats obtinguts van ser que el sector adober català és molt proactiu en buscar aprofitaments pels seus residus i que els residus d'adobament de pell ovina s'aprofiten menys que els de pell vacuna. Les principals millores proposades són: promoure la figura d'un dinamitzador/gestor, l'activitat econòmica del qual sigui buscar la millor alternativa de reciclatge dels residus, i millorar l'intercanvi d'informació entre recicladors i adobers per fer més eficient el procés de reciclatge. Finalment es proposa la planificació d'un polígon industrial sostenible que aculli les empreses d'aquest sector i permeti aprofitar al màxim les sinèrgies entre elles.

**Mots clau:** Ecologia industrial. Sector d'adobament de pells. Reciclatge de residus. Gestió de residus.

## 1. INTRODUCCIÓ

L'ecologia industrial (EI) és una àrea multidisciplinària que vol assimilar el funcionament dels sistemes industrials als dels ecosistemes naturals en equilibri, i implica una interrelació d'indústries (a nivell de fluxos de matèria, energia i informació) i una relació sostenible amb l'entorn natural i social que envolta el sistema industrial. Un dels objectius de la EI és tancar el cicle de matèria. Per aconseguir-ho una entitat del sistema aprofita el rebuig que genera l'altra arribant a un cicle tancat on els consums i emissions fora d'aquest cicle són pràcticament inexistents<sup>[1-2]</sup>. L'EI opera per tant creant xarxes de bescanvi de materials, d'aigua, d'energia i informació. Per poder aplicar l'EI serà molt important fomentar la cooperació entre indústries i la relació d'aquesta amb l'entorn natural i social.

Espanya és un dels principals productors de pell adobada d'Europa (després d'Itàlia). Dins d'Espanya, Catalunya és una de les regions adoberes més importants, amb dos clústers principals, un a Vic i l'altre a Igualada. El clúster adober de Vic (principalment dedicat a pell ovina) ha experimentat una important regressió en els darrers deu anys. El clúster d'Igualada adoba principalment pell bovina.

La competitivitat d'aquesta indústria està estretament lligada a aspectes ambientals, socials i econòmics i és necessari desenvolupar projectes cooperatius entre empreses (en el sentit de l'EI) per aconseguir la sostenibilitat d'aquest sector industrial.

La indústria de la pell a Catalunya està formada principalment per microempreses i petites empreses, encara que n'hi ha algunes de mida mitjana.

Usualment l'ecologia industrial s'aplica a polígons o zones industrials per a crear parcs ecoindustrials. En aquest article es descriu però l'aplicació de l'ecologia industrial a un sector industrial. La metodologia usada ha estat fer una diagnosi del sector adober a Catalunya, estudiar les matèries primeres i residus generats en cada procés d'adobament, fer els diagrames dels processos, descriure quins aprofitaments de residus ja s'estan produint, estudiar noves possibilitats d'aprofitaments de residus i proposar opcions

de millores globals per al sector, segons la visió de l'Ecologia Industrial.

En aquest context, en aquest article es descriu la situació actual en quant a reciclatge de residus del sector de l'adoberia i es proposen algunes millores segons els principis de l'ecologia industrial. També es descriurà quins subproductes d'altres indústries utilitza el sector de la pell com a matèries primeres.

## 2. METODOLOGIA EMPRADA

L'estudi que donà lloc a aquest article s'estructura en dues parts:

1. Diagnòstic: s'estudien els processos d'adobament fent un èmfasi especial en les matèries primeres emprades i en els residus generats. La informació de la gestió actual dels residus s'ha obtingut directament de les empreses i de l'Agència de Residus de Catalunya (ARC).
2. Propostes de millora: s'ha fet una revisió bibliogràfica de les tecnologies de reciclatge de residus industrialment disponibles i es fan propostes de millora pel cas concret d'aquestes empreses a Catalunya.

## 3. DIAGNOSI DEL SECTOR D'ADOBAMENT DE PELL A CATALUNYA

El procés d'adobament de pells és un procés complex en diverses etapes que depèn sobretot de l'article final que es vulgui obtenir. Podríem dir que hi ha quatre processos d'adobament més comuns i usuals que es diferencien entre si, per la matèria primera utilitzada i pels residus generats. Aquests quatre processos tipus són: a) l'adobament de pell vacuna al crom o b) al vegetal i c) l'adobament de pell ovina amb llana (doble faç) o d) sense llana (ante-napa). Les Figures 1 i 2 mostren un dels processos per pell vacuna i un per pell ovina respectivament.

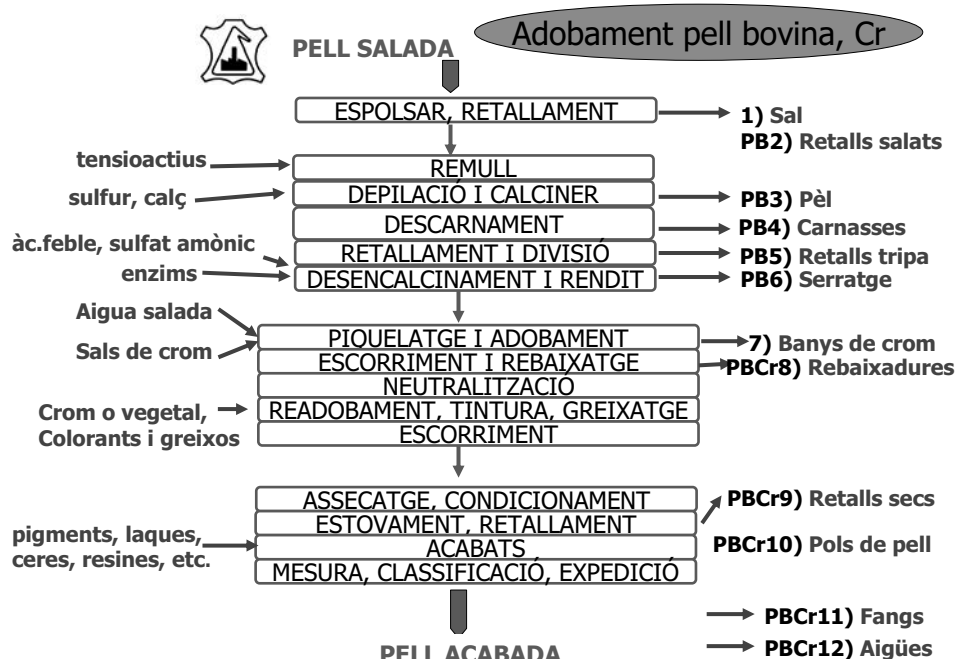


Figura 1. Procés d'adobament de pell vacuna o bovina al crom.

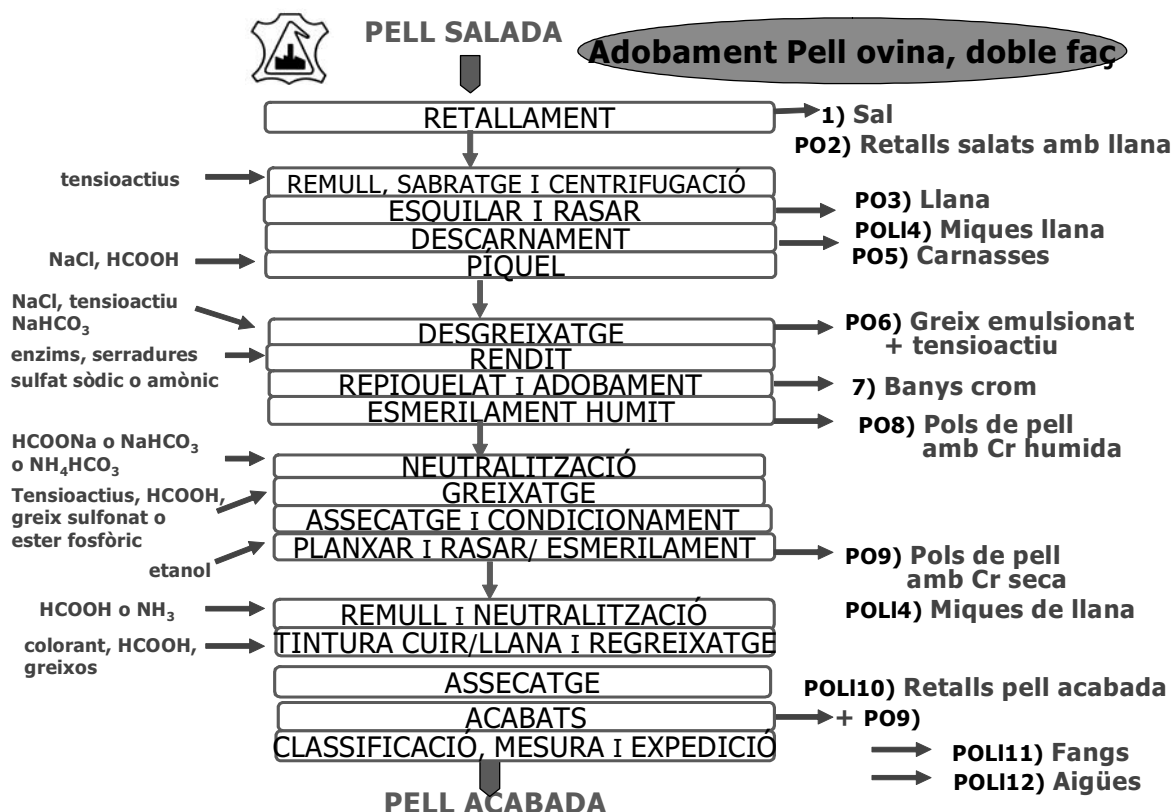


Figura 2. Procés d'adobament de pell ovina per pelleteria (o doble faç).

En aquestes figures es distingeixen els residus amb una nomenclatura diferent segons si són comuns a tots 4 processos (número sol), són iguals per qualsevol procés de pell bovina (PB) o pell ovina (PO), o bé, si són específics del procés de pell bovina adobada al crom (PBCr) o pell ovina doble faç (POLI).

### 3.1. Aprofitament de residus

A partir de visites i entrevistes a diferents empreses d'adobament de pells i de reciclatge dels seus residus, s'ha elaborat la Taula 1 que mostra l'aprofitament actual dels diferents residus dels processos d'adobament de pells. El sector d'adobament de pells, tal com es veu en la Taula 1, sempre ha estat molt proactiu en la cerca de possibilitats d'aprofitament de residus, ja que la quantitat de subproductes sòlids generats en un procés d'adobament convencional és força elevat (en el cas de pell bovina poden ser uns 750 kg per cada 1000 kg de pell salada que es processa<sup>(3)</sup>). En les visites i entrevistes a les empreses recicladores, s'ha vist que usualment aquestes agafen els residus del procés de pell vacuna (que són de fet els que es generen en major quantitat).

Per altra banda, a partir de les dades de les declaracions anuals de residus de les empreses catalanes s'obtenen les dades de les Taules 2 i 3 on es mostra la quantitat de residus produïts a Catalunya per als processos de pell bovina i ovina i el percentatge d'aquests residus que són valoritzats.

Les dades de la Declaració de Residus, tal i com es recullen actualment presenten algunes mancances de cara a conèixer les quantitats produïdes de cada residu, ja que sovint consideren en un sol epígraf dos o més residus i no diferencien els processos de pell bovina dels de pell ovina ni els d'adobament vegetal i al crom. Tot i així, s'han

pogut diferenciar els de pell bovina dels de pell ovina, ja que es coneixien les empreses concretes.

En les Taules 2 i 3, observem que el percentatge de residus aprofitats i/o valoritzats és molt major en el cas de la pell vacuna (al voltant del 90%), front als de pell ovina (al voltant del 55%).

Això és degut a diferents causes:

- La quantitat diària de residus produïda per una empresa de pell ovina és normalment inferior a la d'una de pell bovina, per aquest motiu i per la ràpida descomposició d'aquests residus, el procés de recollida s'encareix i això dificulta el seu reciclatge.
- Les carnasses que s'obtenen del procés d'adobament de pell ovina, tenen un pH de 7-8 i es descomponen i deterioren molt més ràpidament que les que resulten de l'adobament de pell bovina (pH de 12-13).
- No existeix la figura d'un dinamitzador, que reculli tot tipus de residus i els distribueixi a les corresponents empreses recicladores, com succeeix en el cas de pell bovina.

Les empreses de pell vacuna generen més quantitat de residus (11496,5 t totals a Catalunya, l'any 2000) que les de pell ovina (4013 t totals a Catalunya, l'any 2000). Els residus majoritaris són:

| Residus          | Pell vacuna | Pell ovina |
|------------------|-------------|------------|
| Retalls en brut  | 1165 t      | 1886 t     |
| Carnasses        | 3944 t      | 990 t      |
| Rebaixadures     | 3788 t      | 299 t      |
| Pols d'esmerilar | 19          | 201        |

## TAULA I

Aprofitaments actuals a Catalunya dels residus d'adoberia.

|                      | Residus que es generen                            | Gestió actual a Catalunya   |
|----------------------|---|---|
| Residus sense adobar | Sal   | – Fundició<br>– Abocador  |
|                      | Retalls salats                                    | – Greixos industrials<br>– Coles  |
|                      | Pèl<br>Carnasses                                  | – Fertilitzants<br>– Fabricació greixos industrials<br>– Farina de Carn |
|                      | Retalls en tripa                                  | – Greixos industrials<br>– Coles  |
|                      | Serratge  | – Gelatines<br>– Coles<br>– Fibra d'embotits<br>– Serratge adobat       |
|                      | Banyes de crom                                    | – Licor de crom<br>– Aigua salada per adobament                         |
| Residus adobats      | Rebaixadures                                      | – Adobs<br>– Cuir artificial<br>– Hidrolitzat de proteïna               |
|                      | Retalls pell acabada<br>Pols d'esmerilar<br>Fangs | – abocador  |

## TAULA II

Quantitats de residus del procés d'adobament de la pell vacuna a Catalunya tipus de gestió. (Dades extretes del CNAE 19100: *Preparació, assaonament i acabat del cuir*. D'aquest CNAE no s'han considerat les empreses que treballen amb pell ovina).

| RESIDUS DE PROCÉS       | QUANT.CATALUNYA<br>(t/any) | VALORITZ.<br>(%) | ABOC.<br>(%) | ALTRES<br>(%) |
|-------------------------|----------------------------|------------------|--------------|---------------|
| Sal                     | 5,7                        | 100              | 0            | 0             |
| Retalls de pell en brut | 1165                       | 100              | 0            | 0             |
| Pèl                     | 435                        | 100              | 0            | 0             |
| Carnasses               | 3944                       | 99,5             | 0,5          | 0             |
| Serratge                | 1070                       | 78,7             | 21,3         | 0             |
| Rebaixadures            | 3788                       | 98,1             | 1,9          | 0             |
| Retalls de cuir         | 1070,2                     | 68               | 31,3         | 0,7           |
| Pols d'esmerilar        | 18,58                      | 10,6             | 83,42        | 5,98          |
| <b>TOTAL</b>            | <b>11496,48</b>            | <b>94,0%</b>     | <b>5,9%</b>  | <b>0,1%</b>   |

La sal consta com valoritzada al 100%, però cal tenir en compte que aquest valor es refereix a la sal sòlida que és recollida, però no a tota la que va a parar en forma líquida a les depuradores. Només un 20% de la sal utilitzada en la conservació es pot recuperar en forma sòlida espolsant les pells abans del remull, la resta va a parar a les aigües residuals del procés.

A partir d'entrevistes a un gran nombre d'empreses adoberes, s'ha detectat un desconeixement bastant gran de moltes d'aquestes empreses sobre algunes de les possibilitats de valorització de residus. Això és així, probable-

ment per l'existència de la figura d'un dinamitzador (en el cas de residus de pell vacuna) que recull tot tipus de residus i els distribueix a les corresponents empreses recicladores. Cal per tant, una major sinèrgia entre els adoberes, les empreses gestores de residus i les entitats de recerca en aquest camp. Per altra banda, hi ha residus per als quals hi ha una opció de valorització, però manca capacitat de les empreses gestores per absorbir-los. És el cas, per exemple, de la sal (utilitzada en foneries per a disminució de la temperatura de fusió), de les rebaixadures (emprades per fer cuir artificial), dels retalls de pell salada, etc.

### TAULA III

Quantitats de residus del procés d'adobament de la pell ovina a Catalunya tipus de gestió. (Dades extretes dels CNAE 18300: Preparació i tenyiment de pells de pel·leteria, 18301: Preparació, assaonament i tenyiment de pells de pel·leteria i 19100 Preparació, assaonament i acabat del cuir: D'aquests CNAE només s'han comptabilitzat les empreses que treballen la pell ovina).

| RESIDUS DE PROCÉS       | QUANT.CATALUNYA<br>(t/any) | VALORITZ.<br>(%) | ABOC.<br>(%) | ALTRES<br>(%) |
|-------------------------|----------------------------|------------------|--------------|---------------|
| Sal                     | 78,3                       | 100              | 0            | 0             |
| Retalls de pell en brut | 1886,1                     | 44,5             | 55,5         | 0             |
| Llana                   | 378,7                      | 100              | 0            | 0             |
| Carnasses               | 990                        | 76,4             | 23,6         | 0             |
| Rebaixadures            | 299                        | 28,8             | 71,2         | 0             |
| Retalls de cuir         | 37,8                       | 100              | 0            | 0             |
| Pols d'esmerilar        | 201,4                      | 0                | 100          | 0             |
| Greix sense dissolvent  | 22                         | 100              | 0            | 0             |
| Greix sense dissolvent  | 119,7                      | 99,4             | 0,6          | 0             |
| <b>TOTAL</b>            | <b>4013</b>                | <b>57,7%</b>     | <b>42,3%</b> | <b>0%</b>     |

### TAULA IV

Recopilació de possibilitats de valorització de residus sòlids d'adoberia disponibles a nivell industrial.

| Mode de gestió  | Residus que es gestionen                | Finalitat/aplicació   | Observacions   |
|---|---|---|--|
| Valorització energètica<br>(10, 11, 12, 13, 14, 15, 16) | Incineració                             | Retalls en tripa, rebaixadures, fangs.                                | Obtenció d'energia i recuperació del crom.   |
|   | Biogas, Biometanització <sup>(5)</sup>  | Residus no curtits en general i fangs.                                | Producció de metà i utilització d'aquest com a combustible. Segons la tècnica aplicada també es pot recuperar el crom que conté el fang.   |
|   | Gasificació                             | Residus curtits en general i fangs.                                   | Eliminació de residus, recuperació del crom i obtenció d'energia útil.   |
|   | Plasma                                  | Tots els residus.   | Eliminació de residus.   |
| Hidròlisi o digestió                                    | Àcida + enzimàtica                      | Pel <sup>(3, 4)</sup>   | Fertilitzants químics o substitut de la caseïna en acabats.  |
|   | Alcalina + incineració del residu sòlid | Rebaixadures i serratge.  | Separació de proteïnes i sals metàl·liques. Recuperar la proteïna i el crom dels residus curtits i utilitzar el crom recuperat per sintetitzar pigments <sup>(6)</sup> .         |
|   | Enzimàtica                              | Carnasses, rebaixadures.  | Obtenció de gelatina i d'hidrolitzat proteic <sup>(3)</sup> . Aplicació de l'hidrolitzat proteic en la producció de plàstics biodegradables <sup>(6)</sup> .                     |
| Recuperació   | Carnasses en verd.                      | Recuperació de carn i de greix.                                       | No es poden utilitzar en la preparació d'aliment per animals de granja com es feia abans que aparegués la EEB (encefalopatia espongiforme bovina, malaltia de les vaques boges). |
| Descromat   | Residus colagènics cromats.             | Obtenir material colagènic amb contingut nul de crom <sup>(7)</sup> . | El crom (III) es pot reutilitzar en el procés d'adobament.   |



### 3.2. Aprofitament de residus d'altres sectors com a matèria primera

Tot i que cal assegurar la qualitat i constància en la composició de les matèries primeres emprades en l'adobament de pells per obtenir una bona qualitat de producte final, cal dir que el sector aprofita residus d'altres sectors. Per exemple:

- l'aigua salada que s'introdueix al píquel pot venir de la que queda com a residual quan es recuperen els banys de crom per tornar a fer el licor de crom (III),
- aquesta aigua salada també pot venir d'aigua salada residual de les mines de Sùria i Cardona,
- la sal de crom (III) procedeix moltes vegades d'un subproducte, de la fabricació de la vitamina K i
- si s'introdueix el crom en forma de licor, en comptes de sal sòlida, aquest pot provenir de la recuperació dels banys de crom residuals del procés d'adobament.

#### 3.2.1. Cerca bibliogràfica de diferents possibilitats de reciclatge de residus d'adoberia

Tot i que, com s'ha comentat a l'inici, el sector adober tradicionalment aprofita molt dels seus residus, encara n'hi ha molts sense aprofitar. Per tant a continuació es descriuen tot un conjunt d'alternatives d'ús d'aquests residus, tecnològicament disponibles a nivell industrial, i es resumeixen a la Taula 4. Algunes només es poden aplicar a un residu en concret i d'altres suposen un tractament conjunt d'una barreja de residus (que normalment, tenen característiques similars).

De totes les alternatives que es mostren a la Taula 4, les empreses recicladores presents a Catalunya fan tractaments d'hidròlisi per reciclar carnasses, rebaixadures i serratges, o bé, descromat per recuperar les proteïnes del material colagènic. D'entrada són tècniques ambientalment millors que la valorització energètica, ja que permeten una major recuperació material. Tot i així, s'hauria de tenir informació quantitativa del procés de reciclatge per poder realment avaluar la seva bondat ambiental i comparar-les amb d'altres possibilitats.

També es podria fer un estudi de la viabilitat ambiental i econòmica d'una planta de gasificació o plasma a Catalunya per a la valorització energètica i recuperació de crom de tots els residus que actualment van a abocador. Això seria objectiu d'un altre estudi.

A la bibliografia<sup>(17,18)</sup> es troben altres possibilitats de reciclatge de residus però que encara estan en fase d'investigació i no són industrialment viables.

#### 3.2.2. Opcions de millora proposades

Partint de la idea de l'Ecologia Industrial, de la situació actual del sector adober a Catalunya i de les opcions d'aprofitament possibles per a alguns residus que s'han descrit, es proposen ara una sèries d'opcions de millora que combinen aquests aspectes.

##### 3.2.2.1. A nivell general

Seria importantíssima la reducció o eliminació total de la sal de conservació, afavorint que es processin pells d'escorxadors propers, conservades en fred, o bé, per a pell vacuna, fer un descarnat previ a la conservació amb sal. D'aquesta manera s'estalviaria una matèria primera (sal) però sobretot s'evitarien els problemes que comporta aquest residu, per una banda, perquè gairebé no es pot usar en altres processos (excepte una petita part en foneries) i, per altra banda, per la contaminació de sòls, aigües residuals i aquífers que es produeix durant la seva eliminació.

Una proposta per a la sostenibilitat del sector a Catalunya a llarg termini, és la de planificar un polígon industrial sos-

tenible que pugui concentrar geogràficament el major nombre possible d'empreses en una zona de Catalunya per tal de, facilitar la comunicació i la cooperació, fer viables instal·lacions de tractament conjunts i, en definitiva, aprofitar al màxim les sinèrgies entre les empreses d'aquest important sector industrial.

Tal i com s'ha dit abans, es proposa fer un estudi de viabilitat d'una planta de gasificació o plasma per a la valorització energètica i recuperació de crom de tots els residus que actualment van a abocador.

##### 3.2.2.2. Per als residus de pell ovina

Les empreses de pell ovina es troben principalment al clúster de Vic. Per aquestes empreses es proposen les següents opcions de millora:

- a) Que el productor reculli separatament els seus residus de procés i que amb la periodicitat adequada avisi al gestor que li reculli (potser caldria algun sistema de refrigeració?).
- b) Estudiar una possibilitat de valorització energètica d'aquests residus orgànics, conjuntament amb purins (molt abundants a l'àrea de Vic), en un bioreactor que permeti obtenir-ne biogas (metà) i, a partir d'aquest, electricitat i energia tèrmica.
- c) Potenciar l'aparició de la figura del dinamitzador, o gestor intermedi que reculli i processi cada residu cap on hagi d'anar.
- d) Potenciar la valorització d'alguns dels residus (carnasses, rebaixadures i miques de llana) conjuntament amb els de pell vacuna o bovina, ja que tècnicament és possible.

##### 3.2.2.3. Per als residus de pell vacuna

Les empreses de pell vacuna es troben principalment a Igualada. Per a la millora de la gestió dels seus residus es proposa:

- Millorar l'eficiència de les gestions actuals donant a conèixer als adobers les necessitats de les empreses recicladores. Per exemple:
  - Una empresa que fabrica fibra d'embotit a partir de serratge de pell, comenta que ha de llençar molta matèria primera, perquè no ha estat conservada prou adequadament, o per què s'ha realitzat massa forta l'operació del pellam-calciner (prèvia a l'obtenció del serratge). Aquest seria un punt que, amb informació, es podria millorar.
  - Per altra banda, en el procés d'adobament vegetal seria convenient rebaixar la pell abans de la tintura, ja que d'aquesta manera les rebaixadures (que no tenen crom, ni colorants, ...) poden aplicar-se com adob a l'agricultura; en canvi, les rebaixadures obtingudes després de la tintura, han d'anar a l'abocador.

## 3. CONCLUSIONS

S'ha estudiat a fons el sector d'adobament de pells a Catalunya, a nivell de tipologia de processos i residus generats. S'ha determinat la gestió actual dels residus d'aquest sector a Catalunya, quantificant-los i buscant el percentatge d'aprofitament de tots ells.

Les principals alternatives de millora proposades seguint els principis de l'EI són: la cooperació entre empreses per fer tractaments conjunts de diferents residus (especialment els de pell ovina), la importància de la figura d'un dinamitzador/gestor, l'activitat econòmica del qual sigui buscar la millor alternativa de reciclatge dels residus, i, finalment, la necessitat d'un major intercanvi d'informació entre recicladors i productors per fer més eficient el procés de reciclatge.

Com a solució més a llarg termini per assegurar la sostenibilitat del sector a Catalunya i evitar la transferència de càrregues ambientals a d'altres països menys desenvolupats, molt més permissius des del punt de vista ambiental, es proposa la planificació d'un polígon industrial sostenible. Aquest polígon, permetria concentrar aquest tipus d'empreses en una determinada zona geogràfica, facilitant així, l'establiment de serveis i tractaments conjunts, la cooperació entre empreses, l'optimització dels recursos i, en definitiva, permetria el creixement econòmic juntament amb un respecte mediambiental i amb uns clars beneficis socials.

Aquesta conclusió pot ser vàlida també per molts d'altres sectors productius tradicionals, presents encara a Catalunya, formats per microempreses o petites empreses, que treballen en instal·lacions antigues dins les ciutats i que una reubicació els comportaria un salt qualitatiu en eficiència, modernització i aprofitament de recursos important. El futur d'aquestes petites empreses passa moltes vegades per una forta cooperació tal i com defensa el concepte d'El.

#### AGRAÏMENTS:

Els autors agraeixen al Centre Català del Reciclatge de l'Agència de Residus de Catalunya (Generalitat de Catalunya) el suport econòmic i tècnic rebut per a la realització d'aquest projecte.

#### 4. BIBLIOGRAFIA

- <sup>(1)</sup>. Ayres, R.; Ayres, L. Ed. A Handbook of Industrial Ecology. Edward Elgar. Northampton, 2001.
- <sup>(2)</sup>. G. CervanteSs. Ecologia Industrial. Fundació Pi i Sunyer. Barcelona, 2007.
- <sup>(3)</sup>. IUE 2001. «Recomendaciones IUE para gestión de residuos sólidos de tenería». IU-Environment, comission of the IULTCS (International Union of Leather Technologists and Chemists Society).

- <sup>(4)</sup>. C. S. Cantera. *World leather*, Vol. 10, 51-56, 1997. «Hair – a new raw material».
- <sup>(5)</sup>. Ramasami, T.; Sahasranaman, A. *World leather*, Vol. 13, 2000. «Biomethanation of fleshings and sludges from tannery effluent treatment plants».
- <sup>(6)</sup>. Tahiri, S.; Azzi, M.; Albizane, A.; Messaoudi, A.; Bouhria, M.; Sibari, A. *JALCA*, 96, 1-8, 2001. «Processing of chrome-tanned solid waste in the leather industry: recovery of proteins and synthesis of a pigment for paint».
- <sup>(7)</sup>. Celma, P.J.; Cabeza, L.F.; Carrió, R.; Centeno, A.; Hernando, G. *AQEIC*, 1, 61-67. 1998. «Obtención de material colagénico a partir de residuos sólidos procedentes de tenerías por un proceso de descurtición».
- <sup>(8)</sup>. Deselnicu, V.; Bucevski, M.D.; Colt, M.; Albu, L. *XXV IULTCS Congress*. Chennai, 1999. «Application of untanned leather wastes as biodegradable plastic materials».
- <sup>(9)</sup>. IUE 2001. «Recomendaciones IUE para la utilización de lodos que contienen cromo procedentes de la industria del curtido».
- <sup>(10)</sup>. Tetsuo, I.; Hiroshi, O. *JALCA*, 86, 281-294, 1991. «Studies on incineration of chrome leather waste».
- <sup>(11)</sup>. Heinz-Peter, G. *World leather*, Vol. 12, 7-9, 1999. «The incineration of chrome containing leather and sludge».
- <sup>(12)</sup>. Vincent Van den Bossche. *World leather*, Vol. 10, 62-63, 1997. «Fluidised bed incineration of tannery solid waste».
- <sup>(13)</sup>. Bowden, W. *JALCA*, 98, 19-26, 2003. «Gasification – achieving zero waste».
- <sup>(14)</sup>. Borge, J. *World leather*, Vol. 13, 2000. «Gasification of tannery solid and generation of power».
- <sup>(15)</sup>. Bowden, W. *World leather*, Vol. 13, 2000. «Gasification: energy from shavings and closing the chrome loop».
- <sup>(16)</sup>. Salmerón, J. *AQEIC*, 1, 24-33, 2003. «Aplicación del plasma a la eliminación de residuos».
- <sup>(17)</sup>. Wuyong, C.; Peter, H.; Cooke; Dimaio, G.L.; Maryann M.; Taylor and Eleanor M. Brown. *JALCA*, 96, 2001. «Modified collagen hydrolisate, potential for use as a filler for leather».
- <sup>(18)</sup>. Cabeza, L.F.; Taylor, M.M.; Dimaio, G.L.; Brown, E.M.; Marmer, W.N.; Carrió, R.; Celma, P.J.; Cot, J. *XXV IULTCS Congress*. Chennai, 1999. «Cost effective processing of leather waste: Pilot scale studies on chrome shavings from cattle hides and sheepskins. Isolation of potentially valuable protein products and utilization of recovered chromium».